

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ГАЗОВ

Овечкин И.И.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Статья посвящена реконструкции лабораторной установки для изучения различных способов измерения расхода в лаборатории автоматизации технологических процессов кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии». Лабораторный комплекс предназначен для проведения студентами работ по дисциплинам, которые преподаются на кафедре. В статье рассмотрены основные решения реконструкции лабораторного стенда. Приведено описание приборов и инструментального программного обеспечения, с использованием которых ведется реконструкция.

Ключевые слова: лабораторный стенд, реконструкция, CoDeSys, программируемый логический контроллер, дифференциальный манометр, OVEN.

Article is devoted to the reconstruction of the laboratory bench to explore different ways to measure the flow in the laboratory automation of technological processes of the department «Thermal physics and computer science in industry». The laboratory complex is designed for students to work on subjects that are taught at the department. The article deals with the reconstruction of the main decisions of the laboratory stand. The description of devices and software tools, with which the reconstruction is carried out.

Keywords: laboratory bench, reconstruction, CoDeSys, a programmable logic controller, differential pressure, OVEN.

Основная цель данной работы – реконструкция лабораторной установки для изучения различных способов измерения расхода в лаборатории автоматизации технологических процессов. Часть приборов лабораторного стенда морально и физически устарела, результаты эксперимента студенты фиксируют вручную, нет возможности просмотреть графики изменения расхода во времени. В такой ситуации встает задача создания современного лабораторного практикума и разработки учебных пособий, предусматривающих получение знаний для прохождения практических занятий на современном оборудовании с использованием нового программного обеспечения. На рис. 1 изображена схема существующей лабораторной установки.

Целью работы является изучение основных методов и средств измерения расхода газов и жидкостей, используемых при контроле и автоматизации технологических процессов.

Задачей исследования является градуировка измерительного комплекта и оценка точности определения расхода воздуха двумя основными методами измерения: постоянного перепада давления и переменного перепада давления.

Перепад давления на сужающем устройстве измеряют с помощью дифманометра ДМ-3583 с формированием на выходе нестандартного и нелинейного выходного сигнала. В связи с этим работающий в комплекте с дифманометром вторичный цифровой прибор РМ1 дает некорректные показания (в основном из-за износа мембранной коробки дифманометра).

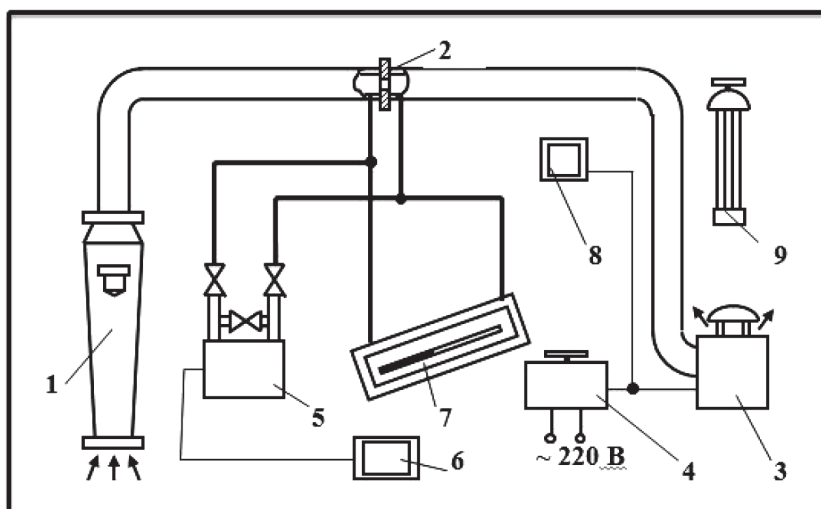


Рис. 1. Схема лабораторной установки до реконструкции:
1 – ротаметр РС-5; 2 – диафрагма; 3 – вентилятор; 4 – лабораторный автотрансформатор; 5 – дифманометр ДМ; 6 – вторичный прибор РМ 1; 7 – тягонапорометр ТНЖ-Н; 8 – вольтметр; 9 – гигрометр

В рамках реконструкции лабораторной установки предполагается заменить морально устаревший и физически изношенный дифманометр ДМ-3583 на высокоточный интеллектуальный датчик измерения разности давлений ОВЕН ПД200 с формированием унифицированного выходного сигнала постоянного тока 4...20 мА.

Функционально преобразователь состоит из измерительного и вычислительного блоков, а схема преобразователя представлена на рис. 2.

Измерительный блок расположен во входной части преобразователя и предназначен для преобразования измеряемого давления в электрический сигнал посредством встроенного резистивного или емкостного сенсора. Измерительный блок содержит также термодатчик для определения температуры сенсора. Сигналы от измерительного блока поступают в вычислительный блок.



Рис. 2. Функциональная схема интеллектуального датчика ОВЕН ПД200

Вычислительный блок имеет в своем составе аналого-цифровой преобразователь (АЦП), микроконтроллер (МК), стабилизатор питающего напряжения (DC/DC) и формирователь выходного сигнала (цифро-аналоговый преобразователь – ЦАП – с выходным токовым сигналом и HART-модем). Полученный от измерительного блока электрический сигнал преобразуется с помощью АЦП в цифровой, который обрабатывается микроконтроллером и поступает на выход преобразователя и на индикацию. Индикация осуществляется с помощью ЖКИ дисплея. Прибор легко может быть настроен на любой интервал измеряемой разности давления и формирует линейный выходной сигнал.

Для работы в комплекте с интеллектуальным датчиком ОВЕН ПД200 использован вторичный прибор РМ1. Он предназначен для измерения, индикации, регистрации и коррекции текущего и суммарного расходов жидкости, пара или газа в режиме реального времени с учетом температуры и давления в трубопроводе. Прибор производит определение расхода при подключении дифманометров с дифтрансформаторным или унифицированным токовым сигналом, работающих в комплекте со стандартными сужающими устройствами по ГОСТ 8.563.1-97. Дополнительно РМ1 может выполнять следующие функции:

- производить индикацию температуры и давления в трубопроводе, работая в комплекте с термометрами сопротивления различных градуировок и датчиками давления с унифицированным токовым или дифтрансформаторным сигналом;
- вычислять суммарный расход протекающей среды и регистрировать среднечасовые значения расхода, температуры и давления во внутренней энергонезависимой памяти прибора;
- осуществлять автоматическую коррекцию расхода в зависимости от температуры и давления в трубопроводе.

Для решения учебной задачи по снятию статической характеристики прибора ОВЕН ПД200 запланировано использовать измерительный универсальный преобразователь аналоговых сигналов ИТП-11. Прибор предназначен для измерения и индикации физической величины, преобразованной в унифицированный сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА.

Для обработки всех аналоговых сигналов будет использован программируемый логический контроллер ОВЕН-ПЛК 154 IL. На контроллер возлагается задача измерения расхода воздуха на установке (работа в комплекте с дифманометром ОВЕН ПД200), расчет относительной влажности воздуха, пересчет текущего расхода с учетом температуры и разрежения в трубопроводе на нормальные условия.

Для программирования контроллера и разработки автоматизированного рабочего места использовали пакет CoDeSys от компании 3S Software. Пакет CoDeSys является одним из наиболее известных универсальных инструментов МЭК-программирования для ПЛК и промышленных компьютеров. Его используют более ста известных компаний-изготовителей аппаратных средств индустрии автоматизации. Помимо пяти стандартных языков МЭК, в CoDeSys включен редактор CFC-диаграмм, основанный на языке FBD, но более удобный и наглядный за счет свободного размещения блоков. CoDeSys может генерировать машинный код для большинства распростра-

ненных процессоров. Главным преимуществом пакета CoDeSys является его бесплатное распространение, что позволяет использовать его для учебных целей. В то же время широкий ряд производителей микропроцессорной техники (в частности, НПП ОВЕН) используют и рекомендуют интегрированный пакет CoDeSys для своих изделий, что еще выше поднимает планку популярности для этого программного продукта.

Структурная схема модернизируемой лабораторной установки приведена на рис. 3. Автоматизированное рабочее место обучающегося развернуто на рабочей станции под управлением операционной системы MS Windows7 с установленным интегрированным пакетом CoDeSys v. 2.3.9.41.

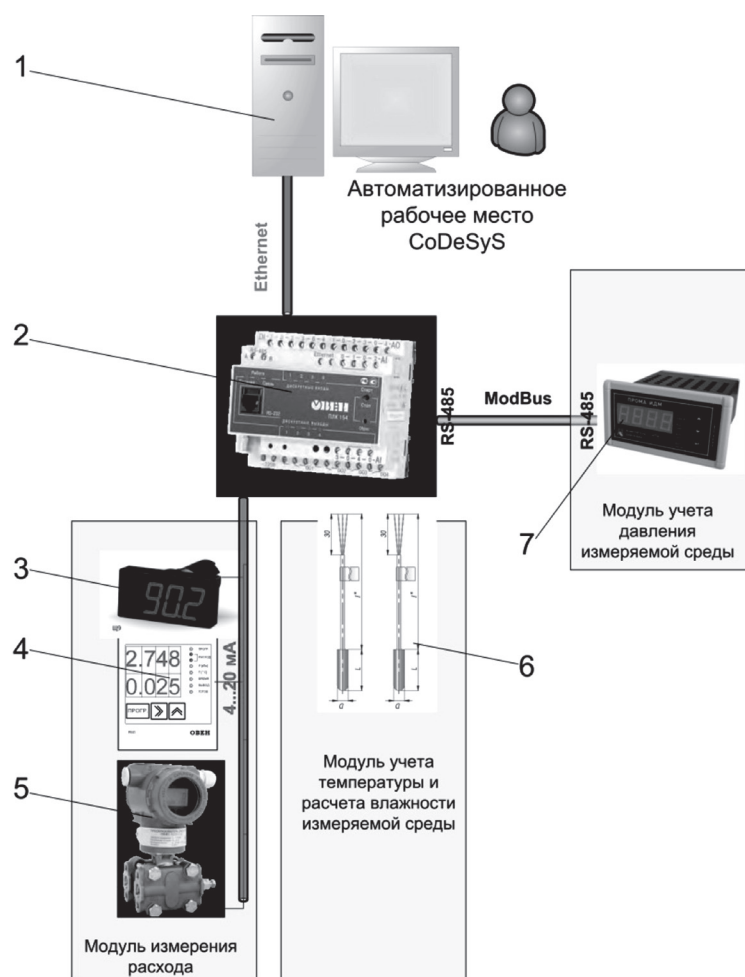


Рис. 3. Структурная схема модернизируемой лабораторной установки:
 1 – автоматизированное рабочее место; 2 – контроллер ОВЕН – ПЛК 154 IL; 3 – измерительный универсальный преобразователь аналоговых сигналов ИТП-11; 4 – вторичный прибор РМ1; 5 – дифманометр ОВЕН ПД200; 6 – термометр сопротивления медный ДТС с кабельным выводом («сухой» и «мокрый»); 7 – датчик давления измеряемой среды ПРОМА-ИДМ

Для сбора информации о расходе измеряемой среды использован модуль из подключенных к контроллеру по токовой петле 4...20 мА дифманометра ОВЕН ПД200, измерительного универсального преобразователя аналоговых сигналов ИТП-11 и вторичного прибора РМ1. Измерение температуры и расчет влажности воздуха осуществляется контроллером при учете показания «сухого» и «мокрого» медных термометров сопротивления, подключенных к его аналоговым входам по трехпроводной схеме. Коррекция по давлению измеряемой среды рассчитывается по данным, передаваемым датчиком давления ПРОМА-ИДМ по протоколу ModBus (электрический интерфейс S-485, ведущее устройство контроллер). Связь контроллера с автоматизированным рабочим местом организована по технологии Ethernet.

Список использованных источников

1. Оборудование для автоматизации ОВЕН [сайт]. URL: <http://www.owen.ru/>
2. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3
3. ПЛК154 Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации.
4. Преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД200. Руководство по эксплуатации.